



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10176239 A**(43) Date of publication of application: **30.06.98**

(51) Int. Cl. **C22C 38/00**
C21D 8/02
C21D 9/46
C22C 38/38
C22C 38/58

(21) Application number: **09049759**(22) Date of filing: **17.02.97**(30) Priority: **17.10.96 JP 08297615**(71) Applicant: **KOBE STEEL LTD**(72) Inventor: **KASHIMA TAKAHIRO**
TOYODA TETSUO

(54) **HIGH STRENGTH AND LOW YIELD RATIO HOT
 ROLLED STEEL SHEET FOR PIPE AND ITS
 PRODUCTION**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To produce a steel sheet low in a yield ratio and furthermore small in the amt. of YS to be reduced after tube making and to provide a method for producing the same.

SOLUTION: This steel sheet has a compsn. contg., by weight, 0.02 to 0.12% C, 0.1 to 1.5% Si, $\leq 2.0\%$ Mn, $\leq 0.05\%$ P, $\leq 0.01\%$ S and 0.01 to 0.10% Al,

furthermore contg. 0.1 to 1.5% Mo+Cr or moreover contd. prescribed amounts of one or more kinds among Cu, Ni, Ti, Nb, V, Ca and rare earth metals, and the balance Fe with inevitable impurities and has a structure essentially consisting of martensite and ferrite by 1 to 20 area %. As for its producing method, the steel having the above components is heated at 1000 to 1300°C, after that, hot rolling is finished in the temp. range of 750 to 950°C, and it is cooled to a coiling temp. at a cooling rate of 10 to 50°C/s and is coiled in the temp. range of 480 to 600°C.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-176239

(43)公開日 平成10年(1998) 6 月30日

(51)Int.Cl.⁶

C 2 2 C 38/00

C 2 1 D 8/02
9/46

C 2 2 C 38/38

識別記号

3 0 1

F I

C 2 2 C 38/00

C 2 1 D 8/02
9/46

C 2 2 C 38/38

3 0 1 W

3 0 1 A

B

S

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 7 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平9-49759

(22)出願日 平成9年(1997) 2 月17日

(31)優先権主張番号 特願平8-297615

(32)優先日 平8(1996)10月17日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

(72)発明者 鹿島 高弘

兵庫県加古川市金沢町1番地 株式会社神

戸製鋼所加古川製鉄所内

(72)発明者 十代田 哲夫

兵庫県加古川市金沢町1番地 株式会社神

戸製鋼所加古川製鉄所内

(74)代理人 弁理士 本田 ▲龍▼雄

(54)【発明の名称】 高強度低降伏比パイプ用熱延鋼板及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 降伏比を低めるとともに、造管後のY S低下量の少ない鋼板とその製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明鋼板は、重量%で、C : 0. 0 2 ~ 0. 1 2 %、S i : 0. 1 ~ 1. 5 %、M n : 2. 0 %以下、P : 0. 0 5 %以下、S : 0. 0 1 %以下、A l : 0. 0 1 ~ 0. 1 0 %、更にM o + C r : 0. 1 ~ 1. 5 %を含有し、あるいは更に所定量のC u、N i、T i、N b、V、C a、R E Mのうちの1種以上を含有し、残部実質的にF eよりなり、面積率で1 ~ 2 0 %のマルテンサイトとフェライトを主体とする組織を有する。かかる鋼板の好適な製造方法は、前記成分の鋼を1 0 0 0 ~ 1 3 0 0 ℃に加熱した後、7 5 0 ~ 9 5 0 ℃の温度範囲にて熱間圧延を終了し、冷却速度1 0 ~ 5 0 ℃/ sにて巻取温度まで冷却し、4 8 0 ~ 6 0 0 ℃の温度範囲にて巻き取る。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、C：0.02～0.12%、Si：0.1～1.5%、Mn：2.0%以下、P：0.05%以下、S：0.01%以下、Al：0.01～0.10%、さらにMo+Cr：0.1～1.5%を含有し、残部Fe及び不可避免の不純物よりなり、面積率で1～20%のマルテンサイトとフェライトを主体とする組織を有することを特徴とする高強度低降伏比パイプ用熱延鋼板。

【請求項2】 請求項1の成分に加えて、さらに重量%でCu：1.0%以下、Ni：1.0%以下、Ti：0.08%以下、Nb：0.08%以下、V：0.08%以下、Ca：0.005%以下、REM：0.005%以下のうちの1種以上を含有する請求項1に記載した高強度低降伏比パイプ用熱延鋼板。

【請求項3】 マルテンサイトの平均サイズが10μm以下である請求項1又は2に記載した高強度低降伏比パイプ用熱延鋼板。

【請求項4】 請求項1又は2に記載した成分を有する鋼を1000～1300℃に加熱した後、750～950℃の温度範囲にて熱間圧延を終了し、冷却速度10～50℃/sにて巻取温度まで冷却し、480～600℃の温度範囲にて巻き取ることとする高強度低降伏比パイプ用熱延鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明はスパイラル造管、UOE造管などによって製造されるラインパイプや油井管用の素材鋼板として好適な高強度かつ低降伏比の熱延鋼板とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 ラインパイプや油井管に利用されるパイプは低温靱性や溶接性等が要求されるため、その素材鋼板の成分系は低C系が用いられ、強度向上のためにはTiやNbなどの析出強化元素が多く利用される。この析出強化は鋼板の高強度化には有効な手段であるが、降伏比(YR)が高強度化に伴って上昇しやすくなる欠点がある。例えば、API規格のX60以上のクラスにおいては、降伏比が95～98%に及ぶこともしばしばである。

【0003】 しかし、高い降伏比をもつ鋼板は造管性が悪く、さらに耐バースト性などの観点からも降伏比の低い鋼板が望まれている。一方、降伏比を低めるため、単に降伏強度(YS)を低くした鋼板ではパイプに成形した時のバウシinger効果により、YSが大きく低下してAPI規格を満足しないおそれがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従来の技術においては、特に析出強化元素を添加して高強度を達成する場合には低降伏比化が困難で、さらに低降伏比かつ造管後の

YS低下量の小さい鋼板を得ることは特に困難であった。

【0005】 本発明は上記問題点に鑑み、降伏比を低めるとともに、造管後のYS低下量の少ない鋼板とその製造方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 低降伏比の鋼板を提供するためには、フェライト中に適量のマルテンサイトを生成させることが有効であるが、熱間圧延による熱延鋼板製造プロセスにおいてオーステナイト域より急冷して生成したマルテンサイトではその量が過多となり、またそのサイズも大きくなり、バウシinger効果が大きすぎるために造管後のYS低下量が大きく、API規格を満足できないおそれがある。

【0007】 また、オーステナイト域からの急冷によりマルテンサイトを生成させる場合、製造上も種々の問題がある。すなわち、ラインパイプなどのように板厚の厚いものでは急冷速度の制御が困難であるほか、熱延鋼板を巻取の際に低い温度で巻き取ることになり、コイル形状などが不安定となるため、巻取り処理が困難となる。

【0008】 これに対して、本発明者らは、通常は熱間圧延終了直後に起こるパーライト変態やベイナイト変態を抑制し、未変態オーステナイトを巻取処理を行う温度領域でも残存させ、巻取り以後の冷却により前記オーステナイトをマルテンサイトに変態させることにより、フェライト中に比較的疎な分散を持ち、更にはサイズも小さいマルテンサイトを得ることを知見した。かかる知見に基づき、低降伏比で、更にはパイプ成形後のYS低下量の少ない好適なマルテンサイト組織を有する熱延鋼板を開発し、また実用的な製造工程で実施容易な製造方法を完成したものである。

【0009】 すなわち、本発明の高強度低降伏比パイプ用熱延鋼板は、重量%で、C：0.02～0.12%、Si：0.1～1.5%、Mn：2.0%以下、P：0.05%以下、S：0.01%以下、Al：0.01～0.10%、さらにMo+Cr：0.1～1.5%を含有し、あるいは更にCu：1.0%以下、Ni：1.0%以下、Ti：0.08%以下、Nb：0.08%以下、V：0.08%以下、Ca：0.005%以下、REM：0.005%以下のうちの1種以上を含有し、残部Fe及び不可避免の不純物よりなり、面積率で1～20%のマルテンサイトとフェライトを主体とする組織を有するものである。好ましくは、マルテンサイトについては、その平均サイズを10μm以下にするのがよい。

【0010】 また、本発明の製造方法は、前記成分の鋼を1000～1300℃に加熱した後、750～950℃の温度範囲にて熱間圧延を終了し、冷却速度10～50℃/sにて巻取温度まで冷却し、480～600℃の温度範囲にて巻き取ることとする。

【0011】ここです、本発明熱延鋼板の鋼成分について説明する。

【0012】C：0.02～0.12%

Cは強度を向上させるために重要な元素であり、またTi、Nb、Vなどの炭窒化形成元素とともに析出強化に寄与し、さらに本発明のポイントであるマルテンサイト組織の生成にも寄与する。これらの効果を発揮させるためには少なくとも0.02%の添加が必要である。しかし、過度に添加した場合にはマルテンサイト組織の量、分散状態やサイズに影響し、バウシナ効果の程度が増し、造管後のYS低下量が大きくなり、さらに低温靱性や溶接性を低下させる。このため下限を0.02%、上限を0.12%とする。

【0013】Si：0.1～1.5%

Siは熱間圧延直後の冷却や巻取り処理中にフェライト組織を生成させやすくし、オーステナイトへのC濃縮を促進するため、巻取り後の放冷中にマルテンサイト組織が生成しやすくなる。0.1%未満ではかかる作用が過少であり、一方過度に添加すると表面欠陥が増加するとともに靱性や溶接性にも悪影響を及ぼすため、下限を0.1%、上限を1.5%とする。

【0014】Mn：2.0%以下

Mnは固溶強化元素として有効であるが、過度に添加した場合にはMnS等の硫化物や偏析帯を生成するようになり、著しい特性劣化を招くため、上限を2.0%とする。

【0015】P：0.05%以下

PはMnと同様に固溶強化元素として有効であるが、過度に添加した場合には偏析帯を生じて靱性を劣化させたり、また溶接性を劣化させるため、上限を0.05%とする。

【0016】S：0.01%以下

Sは介在物を生成し、低温靱性の劣化や水素誘起割れの原因となる。このため、少ないほどよいが、製造上のコストを考慮して上限を0.01%とする。

【0017】Al：0.01～0.10%

Alは脱酸材として必要な元素である。このため、少なくとも0.01%以上必要であるが、一方添加量が過剰となると casting 欠陥も著しくなるため、上限を0.10%とする。好ましくは0.02～0.08%である。

【0018】Mo+Cr：0.1～1.5%

MoおよびCrは、熱間圧延直後の実現可能な冷却速度での冷却や巻取り処理の際に、パーライト変態やベイナイト変態を抑制することができ、オーステナイト相を残存させるのに有効である。このような効果はMoでもCrでも同等の効果があり、どちらか一方または複合で添加すればよい。但し、MoおよびCrの合計量が0.1%未満ではこの効果が過少であり、一方過度に添加しても効果が飽和しコスト高を招来するため、下限を0.1%、上限を1.5%とする。図5及び図6は低炭素鋼

(C：0.07%、Mn：1.2%)におけるMo+Crの添加の各種変態に及ぼす影響を見たもので、MoおよびCrを添加することにより冷却中や巻取り処理中でもパーライト変態やベイナイト変態が抑制されることが分かる。

【0019】本発明にかかる鋼は、以上の成分を必須成分として含有し、残部Feおよび不可避免的不純物からなるが、さらに下記成分の1種以上を含有させることにより、材質特性をより向上させることができる。

【0020】Cu、Ni：各1.0%以下

Cuは固溶強化による強度向上に有効であり、また耐食性を向上させる。NiはCu添加に伴う熱間圧延時の表面欠陥の防止や耐食性の改善に寄与する。これらの効果はほぼ1.0%で飽和するため、上限を各1.0%とする。なお、NiはCuと共に添加するのがよく、その場合の添加量はCu添加量の半分から同量とするのがよい。

【0021】Ti、Nb、V：各0.08%以下

Ti、Nb、Vは微細な炭窒化物を析出させ、強度を向上させるのに有効な元素であり、高強度を得るために必要に応じて添加される。ただし、過度に添加するとマルテンサイトを形成するために必要な固溶C量が減り、本発明の低降伏比を充分得られないばかりでなく、粗大化した析出物が生成し、これが割れの起点になる。このため、それぞれの元素の上限を0.08%とする。

【0022】Ca、REM：各0.005%以下

CaやREM（希土類元素）は介在物の形態制御や溶接性改善のために添加される。添加量については経済性を考慮して、0.005%以下、好ましくは0.003%以下とする。

【0023】次に、本発明熱延鋼板の組織について説明する。

【0024】低降伏比を得るためには、面積率で1～20%のマルテンサイトとフェライトを主体とする二相組織とすることが重要である。降伏比の低下効果は、1%未満では過少であり、一方20%程度ではほぼ飽和し、20%を越えるマルテンサイト量ではパイプ成形後のYS低下量が大きくなる。このため、下限を1%、上限を20%とする。もっとも、通常求められるラインパイプ用鋼板素材の降伏比は80%以下までは特に必要ないと考えられるため、マルテンサイト量としては10%以下で十分である。マルテンサイトの残部は、フェライトを主体として構成されるが、ここに「主体」とは、フェライトのみ、あるいはフェライトのほかに15%ないし15%程度以下、好ましくは10%ないし10%程度以下の若干のパーライトやベイナイトが混在してもよいことを意味する。

【0025】また、造管後のYS低下量を小さくするためには、マルテンサイトの量が少なく、そのサイズも小さく、分散も疎であることが有効であり、20%以下、

好ましくは10%以下のマルテンサイト量を有し、マルテンサイトの平均サイズが10 μ m以下、好ましくは5 μ m以下とするのがよい。なお、マルテンサイトの平均サイズとは、電子顕微鏡で観察した組織断面においてそれぞれのマルテンサイトの縦横長さの測定値の平均値を意味する。

【0026】次に上記組織を有する本発明鋼板の製造方法について説明するが、本発明の製造方法における製造条件が本発明鋼板を得るための唯一の条件でないことは言うまでもない。

【0027】まず、熱間圧延に供する鋼片の加熱温度について説明する。加熱温度はMo, CrをはじめTi, Nb, Vなどの添加元素を固溶させるのに必要な温度まで加熱される。通常は1000℃以上が必要であり、これ未満では各添加元素は未固溶のまま残るようになるため、その効果が減ぜられる。一方、1300℃を越えると酸化スケール量が多くなり、歩留率の低下や加熱炉の耐火性能などの劣化を招くため、上限を1300℃とする。

【0028】熱間圧延の仕上温度は750℃以上、好ましくは800℃以上とする。これより低い温度では熱間変形抵抗が増大するため、圧延ミルの負担が大きく、十分な圧延を行うことができないようになる。また、仕上温度の上限については、950℃を越えると酸化スケールが多くなり、表面欠陥の原因となるため950℃以下とする。

【0029】熱間圧延直後の冷却中において、フェライ*

*トを生成させて組織をフェライト+オーステナイト組織とする必要がある。本発明の鋼成分では、恒温変態図は図5のようになり、10℃/sより遅い場合はパーライト変態が主体となり、50℃/sより速い場合にはフェライト変態が起こらない。このため冷却速度の下限を10℃/s、好ましくは15℃/sとし、また上限を50℃/sとする。

【0030】引き続き巻取り処理においては、フェライト粒成長を促し、オーステナイト中にC濃度を高める必要があるため、ベイナイト変態やパーライト変態を起こさない温度範囲とする必要がある。本発明の鋼成分では、480℃未満ではベイナイト変態が起こり、600℃より高い温度ではパーライト変態を起こすため、巻取温度は下限を480℃、好ましくは500℃超、上限を600℃とする。

【0031】なお、巻取り処理後の冷却は、巻取り過程でオーステナイトへのC濃縮が充分に行われているため、通常の放冷でもマルテンサイトが得られ、冷却速度は特に規定されない。

20 【0032】

【実施例】表1に示した成分の鋼を溶解しスラブとした後、1200℃で30分加熱後、およそ850℃の仕上げ圧延を行い、約10mm厚に仕上げた後、10～60℃/sの範囲で冷却後、450～630℃で30分の巻取り処理を行った。

【0033】

【表1】

鋼種 №	化 学 成 分 (wt%, 残部: 実質的にFe)												備 考
	C	Si	Mn	P	S	Al	Mo	Cr	Ti	Nb	V	その他	
1	0.01	0.20	1.20	0.01	0.005	0.05	0.3	0.3	0.02	0.03	0.05		比較鋼
2	0.05	0.18	1.10	"	0.004	0.04	"	"	"	"	"		発明鋼
3	0.08	0.21	1.15	"	0.005	0.05	"	"	"	"	"		"
4	0.15	0.20	1.01	"	0.004	0.04	"	"	"	"	"		比較鋼
5	0.05	0.22	1.02	"	0.003	"	"	—	"	"	"		発明鋼
6	0.04	0.19	1.03	"	0.004	"	—	0.3	"	"	"		"
7	0.05	0.21	1.15	"	0.004	"	—	—	"	"	"		比較鋼
8	0.04	0.19	1.10	"	0.004	"	0.3	0.3	—	—	—		発明鋼
9	0.04	0.18	1.12	"	0.003	"	"	"	—	—	0.04		"
10	0.05	0.20	1.13	"	0.004	"	"	"	0.02	—	—		"
11	0.04	0.18	1.14	"	0.004	"	"	"	—	0.04	—		"
12	0.05	0.21	1.13	"	0.003	"	"	"	—	0.03	0.05	Ca:0.002	"
13	0.04	0.19	1.14	"	0.004	"	"	"	—	"	"	REM: 0.002	"
14	0.05	0.18	1.10	"	0.004	"	"	"	—	"	"	Cu:0.3 Ni:0.2	"

【0034】この熱延鋼板について引張特性と組織を調査した。組織は電子顕微鏡にて観察し、面積率にてマル

テンサイト量を測定した。また、マルテンサイトのサイズは視野内に捉えられた個々のマルテンサイトの縦横の

長さを測定し、それらの平均をとった。

【0035】また、パイプ成形後のYS低下量を評価するため、この熱延鋼板を3本ロールベンディングにて板厚/曲率半径=2% (板厚/管径=1%相当)の湾曲加工を施し、矯正後の引張特性を調べた。

【0036】調査結果を表2及び表3に示す。同表中、 ΔYS は(湾曲加工後の鋼板のYS-素材熱延鋼板のYS)

*S)の値を示しており、バウシナー効果によるパイプ成形後のYS低下量に相当する量である。なお、マルテンサイト以外の残部組織は、同表に示すとおり、15%程度以下のパーライトやベイナイト組織が認められるものの、他はフェライトであった。

【0037】

【表2】

試料 No.	鋼種 No.	熱延条件		組 織				機 械 的 性 質					備 考
		CR ℃/S	CT ℃	M量 %	M平均 サイズ μm	P量 %	B量 %	YS N/mm ²	TS N/mm ²	EI %	YR %	ΔYS N/mm ²	
1	2	7	550	0	—	10	0	686	715	30	96	-52	比較例
2	2	20	"	8	6	3	0	595	725	28	82	-26	発明例
3	2	35	"	10	7	0	0	561	710	30	79	-22	"
4	2	48	"	5	3	0	0	546	674	32	81	-10	"
5	2	60	"	0	—	0	7	600	645	36	93	-54	比較例
6	3	7	"	0	—	5	0	698	735	27	96	-43	"
7	3	20	"	10	7	2	0	564	752	25	75	-27	発明例
8	3	35	"	18	8	0	0	581	772	24	75	-25	"
9	3	48	"	15	2	0	0	609	781	23	78	-5	"
10	3	60	"	0	—	0	12	592	650	35	91	-61	比較例
11	7	7	"	0	—	10	0	592	610	25	97	-61	"
12	7	20	"	0	—	0	7	601	620	23	97	-72	"
13	7	35	"	0	—	0	10	581	605	33	96	-55	"
14	7	48	"	0	—	0	12	566	590	36	96	-62	"
15	2	35	480	5	3	0	8	568	685	33	83	-3	発明例
16	2	"	600	5	12	12	0	617	735	28	84	-38	"
17	3	"	450	0	—	0	12	641	704	31	91	-45	比較例
18	3	"	480	10	4	0	7	534	710	30	78	-23	発明例
19	3	"	600	8	6	7	0	608	760	25	80	-20	"
20	3	"	630	0	—	13	0	742	765	24	97	-53	比較例
21	7	"	450	0	—	0	7	581	612	25	95	-61	"
22	7	"	480	0	—	0	8	584	608	23	96	-63	"
23	7	"	600	0	—	10	0	587	605	24	97	-53	"

(注) CR: 冷却速度、CT: 巻取温度

M: マルテンサイト、P: パーライト、B: ベイナイト

YS: 降伏強度、TS: 引張強度、EI: 伸び、YR: 降伏比

【0038】

【表3】

試料 No.	鋼種 No.	熱延条件		組 織				機 械 的 性 質					備 考
		CR ℃/s	CT ℃	M量 %	M平均 サイズ μ m	P量 %	B量 %	YS N/mm ²	TS N/mm ²	El %	YR %	Δ YS N/mm ²	
24	1	35	500	0	—	0	0	423	432	38	98	-48	比較例
25	4	7	"	26	14	12	0	514	685	33	75	-55	"
26	4	20	"	24	13	3	0	505	692	34	73	-50	"
27	4	35	"	25	6	0	0	479	675	33	71	-45	"
28	5	"	"	15	7	0	0	482	652	32	74	-25	発明例
29	6	"	"	12	5	0	0	482	643	34	75	-20	"
30	8	"	"	13	6	0	0	453	621	33	73	-23	"
31	9	"	"	12	5	0	0	454	631	34	72	-23	"
32	10	"	"	13	6	0	0	461	623	33	74	-21	"
33	11	"	"	14	7	0	0	462	633	34	73	-22	"
34	12	"	"	12	5	0	0	450	625	34	72	-26	"
35	13	"	"	13	5	0	0	463	626	33	74	-27	"
36	14	"	"	13	6	0	0	460	630	34	73	-24	"

(注) CR: 冷却速度、CT: 巻取温度

M: マルテンサイト、P: パーライト、B: ベイナイト

YS: 降伏強度、TS: 引張強度、El: 伸び、YR: 降伏比

【0039】表2における試料No. 1～14は熱延後の冷却速度(CR)の影響を調べたもので、冷却速度のYRへの影響を整理したものを図1に示す。発明例に該当するCr+Mo添加した鋼種を用いたNo. 2～4、7～9では、YRが82%以下である。また、図1よりCRが15～50℃/sではYRが85%以下になることが分かる。

【0040】また、試料No. 3, 8, 13及び15～23は巻取温度(CT)の影響を調べたもので、巻取温度のYRへの影響を整理したものを図2に示す。同図より、巻取温度が本発明範囲の480～600℃では、YRが85%以下となっていることが分かる。

【0041】また、試料No. 21～23及び24～36は成分による影響を調べたもので、No. 21～23から本発明の冷却速度、巻取温度を満足していても、Cr、Moを含有しないもの(鋼種No. 7)では、マルテンサイトが生成せず、YRが高い値に止まっている。また、Cr+Mo量が本発明範囲であっても、C量が本発明範囲外のNo. 24～27(鋼種1及び4)では所定のマルテンサイト量、サイズが得られず、 Δ YSが大きい。一方、本発明成分、製造条件を満足するNo. 28～36ではYR、 Δ YSとも低い値が得られている。

【0042】また、マルテンサイト量のYRに及ぼす影響につき、No. 1～5, 15, 16(以上鋼種No. 2)、No. 6～10, 18～20(以上鋼種No. 3)、No. 25～27(以上鋼種No. 4)を整理したものを図3に示す。また、マルテンサイト平均サイズのYS低下(Δ YS)に及ぼす影響につき、No. 2～4, 15, 1

6(以上鋼種No. 2)、No. 7～9, 18, 19(以上鋼種No. 3)、No. 25～27(以上鋼種No. 4)を整理したものを図4に示す。図3及び図4より、本発明範囲のマルテンサイト量、マルテンサイト平均サイズではYR、 Δ YSとも低い値であることが認められる。

【0043】

【発明の効果】本発明の熱延鋼板によれば、C、Mo+Cr等を所定量含有し、マルテンサイト量を1～20%とし、あるいは更にマルテンサイト平均サイズを10 μ m以下としたので、低降伏比が得られ、あるいは更にパイプ加工後の降伏強度低下を抑制することができ、パイプ用高強度鋼板素材として好適である。また、本発明の製造方法は、オーステナイト温度域からの急冷を行うことなく、所期組成の熱延鋼板を容易に製造することができ、生産性に優れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例における熱延後の冷却速度(CR)の降伏比(YR)への影響を整理したグラフである。

【図2】実施例における巻取温度(CT)の降伏比(YR)への影響を整理したグラフである。

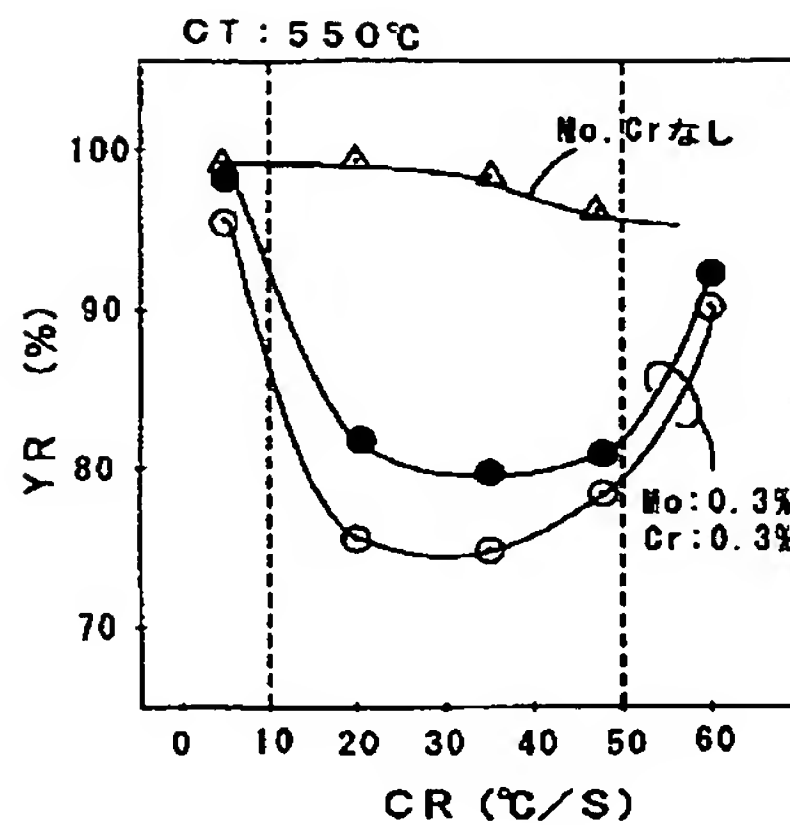
【図3】実施例におけるマルテンサイト(M)量の降伏比(YR)に及ぼす影響を整理したグラフである。

【図4】実施例におけるマルテンサイト(M)平均サイズのYS低下(Δ YS)に及ぼす影響を整理したグラフである。

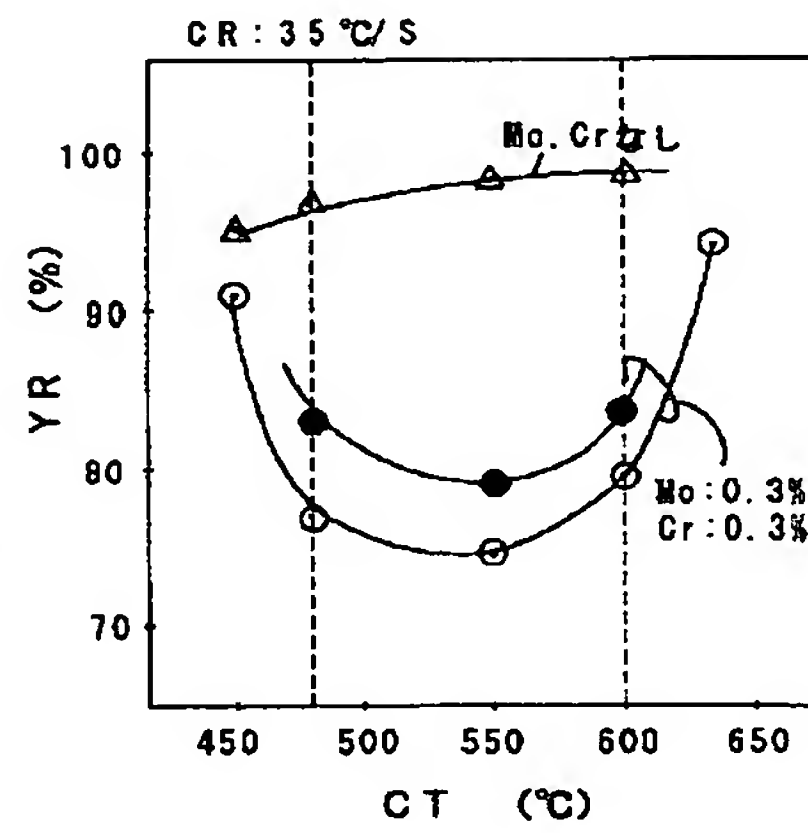
【図5】本発明にかかる低炭素鋼の恒温変態図であり、図中には本発明方法の熱延後の冷却パターンをも併記する。

【図6】Cr、Moを含まない低炭素鋼の恒温変態図である。

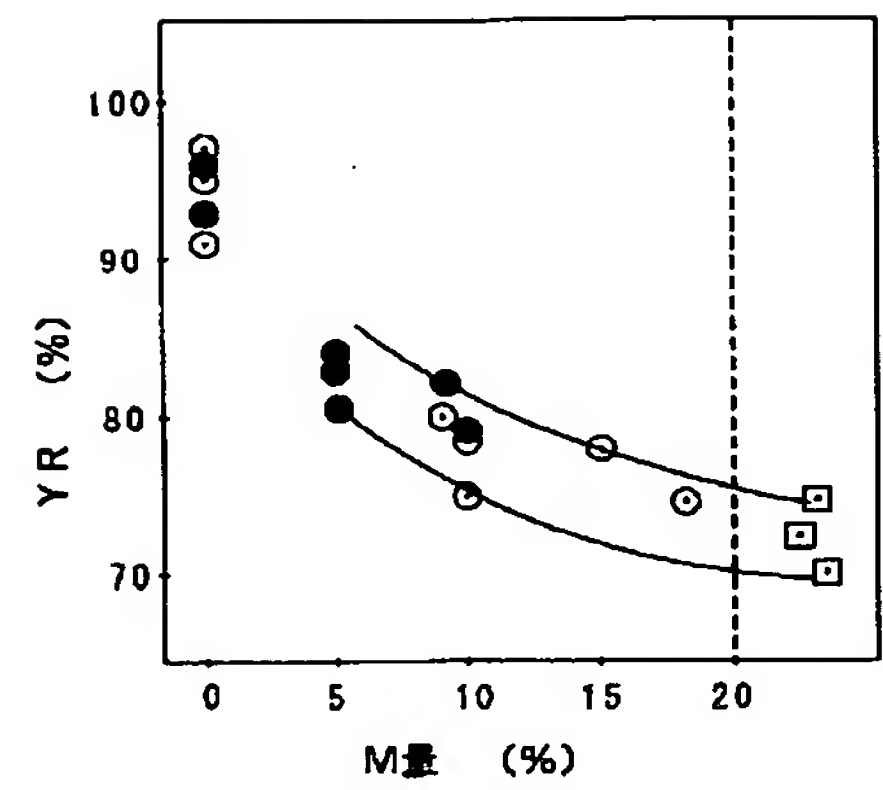
【図1】



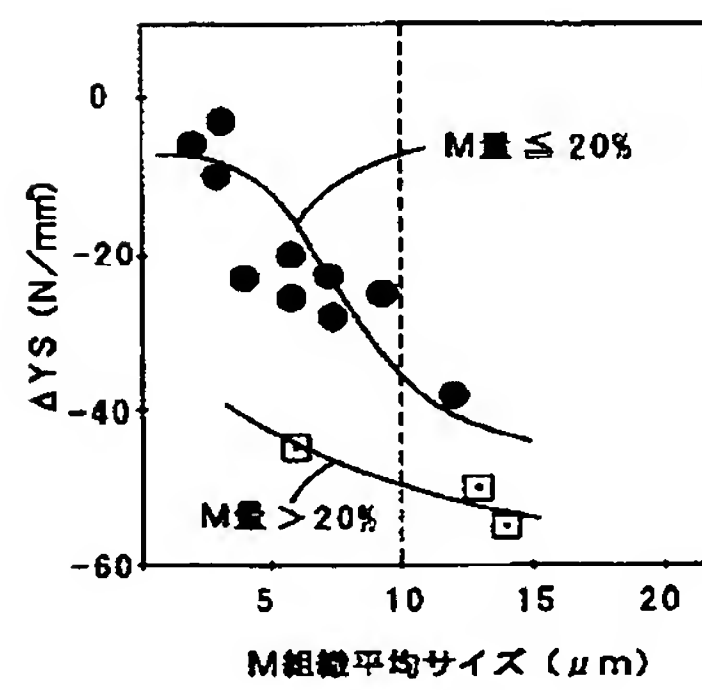
【図2】



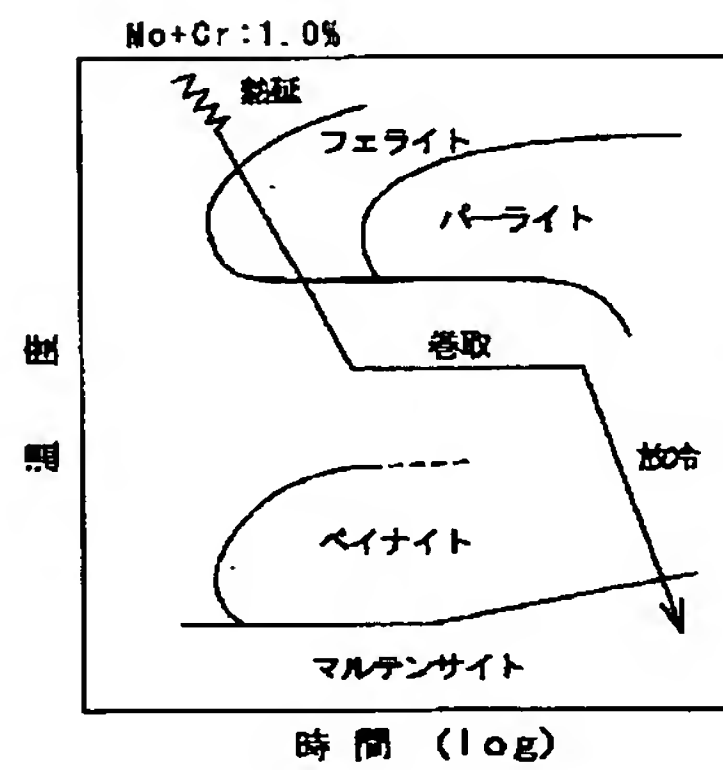
【図3】



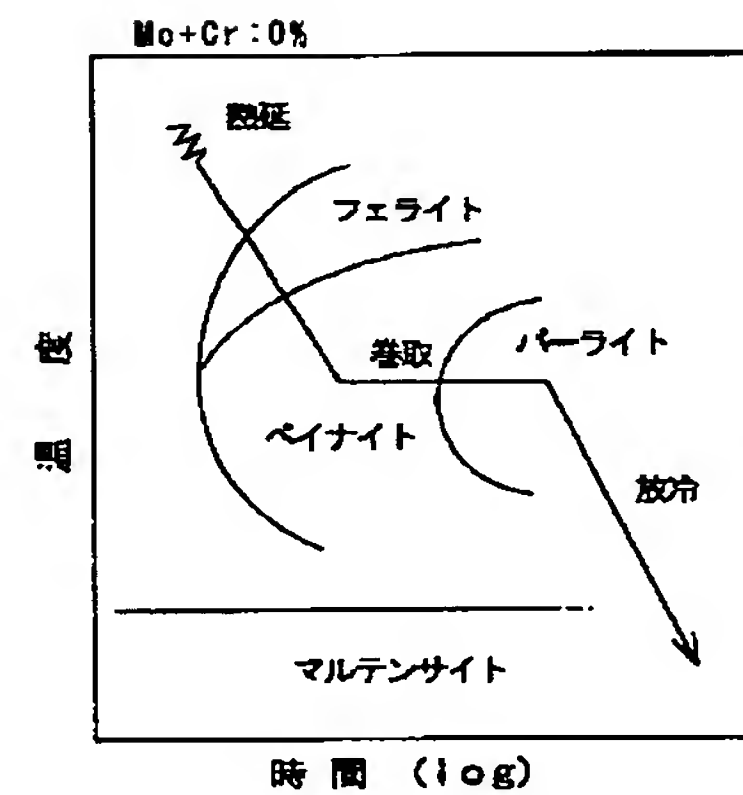
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶
C 2 2 C 38/58

識別記号

F I
C 2 2 C 38/58